

## MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):

(19)【発行国】 日本国特許庁 ( J P )	(19)[ISSUING COUNTRY] Japanese Patent Office (JP)
(12)【公報種別】 公開特許公報 ( A )	Laid-open (kokai) patent application number (A)
(11)【公開番号】 特開平 6 - 1 6 4 0 0 4	(11)[UNEXAMINED PATENT NUMBER] Unexamined-Japanese-patent-No. 6-164004
(43)【公開日】 平成 6 年 ( 1 9 9 4 ) 6 月 1 0 日	(43)[DATE OF FIRST PUBLICATION] June 10th, Heisei 6 (1994)
(54)【発明の名称】 超電導デバイス	(54)[TITLE] Superconductive device
(51)【国際特許分類第 5 版】 H01L 39/22      ZAA G 9276- 4M	(51)[IPC] H01L 39/22      ZAA G 9276-4M
【審査請求】 未請求	[EXAMINATION REQUEST] UNREQUESTED
【請求項の数】      1	[NUMBER OF CLAIMS]      1
【全頁数】      5	[NUMBER OF PAGES]      5
(21)【出願番号】 特願平 4 - 3 3 3 5 8 5	(21)[APPLICATION NUMBER] Japanese Patent Application No. 4-333585
(22)【出願日】 平成 4 年 ( 1 9 9 2 ) 1 1 月 1 8 日	(22)[DATE OF FILING] November 18th, Heisei 4 (1992)
(71)【出願人】	(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]
【識別番号】 0 0 0 0 0 1 8 8 9	[ID CODE] 000001889

【氏名又は名称】  
三洋電機株式会社

Sanyo Electric Co., Ltd.

【住所又は居所】  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5  
番 5 号

[ADDRESS]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 鈴木 博

Hiroshi Suzuki

【住所又は居所】  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 1  
8 番地 三洋電機株式会社内

[ADDRESS]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 鈴木 誠二

Seiji Suzuki

【住所又は居所】  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 1  
8 番地 三洋電機株式会社内

[ADDRESS]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 臼杵 辰朗

Tatsuro Usuki

【住所又は居所】  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 1  
8 番地 三洋電機株式会社内

[ADDRESS]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 善里 順信

Masanobu Yoshisato

【住所又は居所】  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 1  
8 番地 三洋電機株式会社内

[ADDRESS]

(74)【代理人】

(74)[PATENT AGENT]

【弁理士】

[PATENT ATTORNEY]

【氏名又は名称】 鳥居 洋

Hiroshi Torii

(57)【要約】

(57)[SUMMARY]

## 【目的】

この発明は、半導体／超電導体の接合バリアを低くして、準粒子の透過率を向上させることをその目的とする。

## [OBJECT]

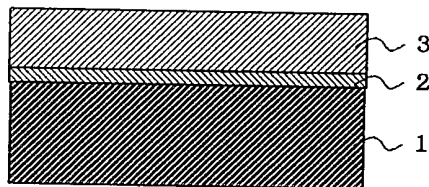
This invention aims at lowering junction barrier of a semiconductor/superconductor and to improve the transmittance of quasi particle.

## 【構成】

この発明の超電導デバイスは、半導体基板 1 上にアルカリ金属、アルカリ土類金属、又はランタン金属からなる金属層 2 を介して超電導体層 3 を形成してなる。

## [SUMMARY OF THE INVENTION]

The superconductive device of this invention forms the superconductor layer 3 on a semiconductor substrate 1 via the metal layer 2 which consists of an alkali metal, an alkaline earth metal, or a lanthanum metal.



【特許請求の範囲】

[CLAIMS]

## 【請求項 1】

半導体基板上にアルカリ金属、アルカリ土類金属、又はランタン金属からなる金属層を介して超電導体層を形成してなる超電導デバイス。

## [CLAIM 1]

The superconductive device which forms a superconductor layer on a semiconductor substrate via the metal layer which consists of an alkali metal, an alkaline earth metal, or a lanthanum metal.

**【発明の詳細な説明】****[DETAILED DESCRIPTION OF INVENTION]****【0001】****[0001]****【産業上の利用分野】**

この発明は超電導デバイスに関し、特に半導体と超電導体との接合の改良に関する。

**[INDUSTRIAL APPLICATION]**

This invention relates to a superconductive device.

Especially, it is related with improvement of the joining of a semiconductor and a superconductor.

**【0002】****[0002]****【従来の技術】**

半導体と超電導体の接合を用いたデバイスとして超電導トランジスタが知られている。コレクタ・ベース間接合に酸化物超電導体と半導体との接合を用いたデバイスを本出願人は先に提案している（特願平3-224565号に詳しい）。

**[PRIOR ART]**

As the device using the joining of a semiconductor and a superconductor, the superconductive transistor is known.

This applicant have proposed previously the device which used the joining of an oxides superconductors and a semiconductor for the joining between collector \* bases (detailed in Japanese Patent Application No. 3-224565).

**【0003】**

この提案した方法は、単結晶  $\text{SrTiO}_3$  に Nb を 0.08 重量% から 0.5 重量% の範囲でドーピングすると、 $\text{SrTiO}_3$  は酸化物 n 型半導体となること、そして、この Nb ドーピングの  $\text{SrTiO}_3$  はペロブスカイト構造であるという性質を用いて、 $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$  (ここに  $0.2 < x < 0.5$ ) (以下、BKBO と略記する。) 膜をエピタキシャル成長させるものである。このことを利用した低エネルギー型超電導ベーストランジスタを図 6 に示す。この超電導ベーストラン

**[0003]**

As for this proposed method, If you perform the dope of the Nb to a single crystal  $\text{SrTiO}_3$  in 0.08 to 0.5 weight%, it has a characteristic that  $\text{SrTiO}_3$  will be an oxide n type semiconductor and  $\text{SrTiO}_3$  of this Nb dope is a perovskite structure. Using this characteristics, the epitaxial growth of the  $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$  ( $0.2 < x < 0.5$  here) (it describes as BKBO approximately hereafter) film is performed.

The low energy type superconductor base transistor using this is shown in Fig. 6.

The oxide semiconductor which consists of the single crystal  $\text{SrTiO}_3$  which doped 0.08 weight % or more to 0.5 weight% or less of Nb is used for this superconductor base transistor as a collector area 10. The base area 11 which consists of the superconductor thin film of BKBO composition by the sputtering method is

ジスタは、Nbを0.08重量%以上0.5重量%以下ドーブした単結晶SrTiO<sub>3</sub>からなる酸化物半導体をコレクタ領域10として用い、このコレクタ領域10上にスパッタ法によりBKBO組成の超電導薄膜からなるベース領域11が形成される。そして、このベース領域11上に絶縁膜12を形成し、エミッタ領域となる、例えばAu(金)電極13を蒸着により形成している。

formed on this collector area 10.

And, an insulating film 12 is formed on this base area 11.

For example, the Au (gold) electrode 13 functioning as an emitter area is formed by vapour deposition.

【0004】

[0004]

【発明が解決しようとする課題】

ところで、半導体上に超電導体を形成し、半導体(SE)/超電導体(SC)接合により設けられる固有の表面ポテンシャルにより決められたバリア( $\phi_B$ )が形成される(Phys.Rev 71 (1947) 717. Jhon Bardeen)。

[PROBLEM ADDRESSED]

By the way, a superconductor is formed on a semiconductor and the barrier ( $\phi$ ) (B) determined by the specific surface potential provided by semiconductor (SE) / superconductor (SC) joining is formed (Phys.Rev71 (1947) 717. Jhon Bardeen).

【0005】

図3(a)は半導体のエネルギーバンド図、図3(b)は超電導体のエネルギーバンド図、図3(c)は半導体/超電導体接合のエネルギーバンド図である。これら図において、Vは真空準位、 $E_c$ は伝導体の底、 $E_v$ は価電子体のトップ、 $E_F$ はフェルミ準位、 $X_{SC}$ は超電導体の仕事関数、 $X_{SE}$ は半導体の仕事関数、 $2\Delta$ は超電導エネルギーギャップ(但し、超電導状態臨界温度 $T_c$ 以上では $2\Delta = 0$ )である。

[0005]

Fig. 3 (a) is an energy band diagram of a semiconductor. Fig. 3 (b) is an energy band diagram of a superconductor. Fig. 3 (c) is an energy band diagram of a semiconductor / superconductor joining.

In these figures V is a vacuum level.  $E_c$  is the bottom of a conductor.  $E_v$  is the top of the valence-electron body.  $E_F$  is a Fermi level.  $X_{SC}$  is the work function of a superconductor.  $X_{SE}$  is the work function of a semiconductor.  $2\Delta$  (DELTA) is a superconductor energy gap (however,  $2(\Delta) = 0$  where it is superconductor condition critical-temperature  $T_c$  or more).

## 【0006】

一般には、半導体の仕事関数 ( $X_{SE}$ ) と超電導体の仕事関数 ( $X_{SC}$ ) の差、即ち、 $X_{SC} - X_{SE}$  がバリア  $\phi_B$  に相当する。このバリアがショットキーバリアと呼ばれる。図3(c)に示すように、半導体上に超電導体を形成すると、 $\phi_B$  のバリアが形成され、この接合の非対称性のため、接合の電流-電圧特性は整流作用を有する。この整流作用を利用したデバイスは、ショットキーダイオードと呼ばれ、TTLロジックやマイクロ波ミキサー、或いは超電導ベーストランジスタのベース/コレクタ接合として用いられている。また、高エネルギー型超電導ベーストランジスタでは、この接合がエミッタ/ベース接合として用いられている (T.Kobayashi et al :Jpn. Appl. Phys.25 (1986) p.p.402 参照)。

## 【0007】

ところで、低エネルギー型超電導ベーストランジスタの場合、エミッタ/ベース接合が金属/トンネル層/超電導層で構成されるため、低いエネルギーの準粒子が超電導ベースに注入される。このため、高いバリア ( $\phi_B$ ) のベース/コレクタ接合では、準粒子のコレクタ領域への透過率が妨げられるという問題点があった。

## 【0008】

この発明は、上述した従来の問題点を解消するためになされた

## [0006]

Generally, the difference of the work function (XSE) of a semiconductor and the work function (XSC) of a superconductor, i.e.,  $X_{SC} - X_{SE}$ , is equivalent to barrier ( $\phi$ ) B.

This barrier is called Schottky barrier.

If a superconductor is formed on a semiconductor as shown in Fig. 3 (c), the barrier of B ( $\phi$ ) will be formed.

The current-voltage characteristic of the joining has rectification for the asymmetry of this joining.

The device using this rectification is called Schottky diode, and is used as the base/collector junction of TTL logic, a microwave mixer, or a superconductor base transistor.

Moreover, with the high-energy type superconductor base transistor, this joining is used as an emitter / base joining (1986). (T. refer Kobayashi et al:Jpn.Appl.Phys.25 p.p.402)

## [0007]

In the case of a low energy type superconductor base transistor, Since an emitter / base joining consists of a metal / tunnel layer / superconductor layer, the quasi particle of a low energy is injected into a superconductor base.

For this reason, in the base/collector junction of a high barrier ( $\phi$ ) (B), there was a problem that the transmittance to the collector area of a quasi particle was obstructed.

## [0008]

This invention is made in order to eliminate the above-mentioned conventional problem.  
The junction barrier of a

ものにして、半導体／超電導体の接合バリアを低くして、準粒子の透過率を向上させることをその目的とする。

semiconductor/superconductor is made low.  
The transmittance of a quasi particle is improved. Let an above be that objective.

【0009】

[0009]

【課題を解決するための手段】  
この発明の超電導デバイスは、半導体基板上にアルカリ金属、アルカリ土類金属、又はランタン金属からなる金属層を介して超電導体層を形成したことを特徴とする。

**[SOLUTION OF THE INVENTION]**

The superconductive device of this invention formed the superconductor layer on the semiconductor substrate via the metal layer which consists of an alkali metal, an alkaline earth metal, or a lanthanum metal.

It is characterized by the above-mentioned.

【0010】

[0010]

【作用】  
アルカリ金属、アルカリ土類金属、又はランタン金属の仕事関数は通常金属の仕事関数に比べ相当低い。これら金属を半導体上に数 Mono Layer (M・L) 程度形成すると、半導体上の仕事関数を低くすることが出来る。従って、この上に超電導体との接合を形成するとバリア ( $\phi_B$ ) の高さを低くすることが可能となる。

**[EFFECT]**

The work function of an alkali metal, an alkaline earth metal, or a lanthanum metal is considerably low compared with a usual metal work function.

If the some Mono Layers (M\*L) formation of these metal are performed on a semiconductor, the work function on a semiconductor can be made low.

Therefore, if the joining with a superconductor is formed on this, height of a barrier ( $\phi$ ) (B) can be made low.

【0011】

[0011]

【実施例】  
以下、この発明の実施例につき図面を参照して説明する。

**[Example]**

Hereafter, with reference to a drawing, it explains per example of this invention.

【0012】  
アルカリ金属、アルカリ土類金属、又はランタン金属の仕事関数は、例えば、Cs: 2.14

**[0012]**

The work functions of an alkali metal, an alkaline earth metal, or a lanthanum metal are Cs:2.14eV, Ca:2.87eV, and Ba:2.14eV, for

eV, Ca: 2.87 eV, Ba: 2.14 eVである。これに対し、通常金属の仕事関数は、例えば、Pt: 5.6 eV, Au: 5.1 eV, Hg: 4.5 eV, Ti: 4.3 eVである。このように、アルカリ金属、アルカリ土類金属、又はランタン金属の仕事関数は通常金属の仕事関数に比べ相当低い。

#### 【0013】

一方、アルカリ金属、アルカリ土類金属、又はランタン金属は通常活性なので、ショットキー接合としての材料にされることはないが、これらを超高真空中、低温で形成することによって、ショットキー接合の材料として用いることができる。

#### 【0014】

そこで、図1に示すように、半導体としてシリコン(Si) 1を用い、アルカリ金属としてナトリウム(Na)を用いて、Si上にNa層2を0~1M・L積層することにより、Na/Si接合を形成し、Si上の仕事関数を測定した結果を図4に示す。

#### 【0015】

このNa/Si接合は、 $\sim 5 \times 10^{-11}$  Torrの超高真空中で劈開された7×7パターンがRHEEDで観測されるSi基板1上にMBE法によってNa金属を照射することにより形成する。そして、K-cellの温度を720℃にして照射すると、10分で1M・LのNa層

example.

On the other hand, usual metal work functions are Pt:5.6eV, Au:5.1eV, Hg:4.5eV, and Ti:4.3eV, for example.

Thus, the work function of an alkali metal, an alkaline earth metal, or a lanthanum metal is considerably low compared with a usual metal work function.

#### [0013]

On the other hand, because an alkali metal, an alkaline earth metal, or a lanthanum metal is usually active, it is not made into the material as a schottky junction.

However, it can use as material of a schottky junction by forming these at low temperature in a ultra-high vacuum.

#### [0014]

Consequently, as shown in Fig. 1, the sodium (Na) is used as an alkali metal, using silicon (Si) 1 as a semiconductor.

By performing the 0-1M\*L laminate of the Na layer 2, Na / Si joining is formed on Si.

The result which measured the work function on Si is shown in Fig. 4.

#### [0015]

This Na / Si joining are formed by irradiating Na metal by MBE method on the Si substrate 1 by which 7\*7 pattern cleaved in the ultra-high vacuum of  $-5 \times 10^{-11}$  Torr is observed by RHEED.

And, if temperature of K-cell is made into 720 degree C and irradiated, the Na layer 2 of 1M\*L can be formed in 10 minutes.

Fig. 4 measures a work function (W. F) when Na is formed for every about 0.1 M\*L at that



2を形成することが出来る。図 time.  
4はその際約0.1 M・L ごとにNaが形成されたときの仕事関数(W. F)を測定したものである。

## 【0016】

この図から判るように、0.2 M・L迄に約2 eVの仕事関数の減少が見られ、0.5 M・L以上積層してもあまり減少が見られない。このことより、約1 M・Lの低仕事関数金属を半導体上に積層した接合には、バリア( $\phi_b$ )としては負の値のものを形成することが出来る。このことを利用して、低いバリアの半導体と超電導体との接合を形成することが出来る。即ち、図2に示すように、半導体1上にアルカリ金属、アルカリ土類金属、又はランタン金属の低仕事関数の金属層2を介して超電導体層3を形成すれば良い。

## 【0017】

しかし、これら低仕事関数の金属はイオンになりやすく一般に固体内に拡散しやすい。例えば、超電導体としてNbを用いて、図2に示すように半導体(Si) / アルカリ金属(Na) (1 M・L) / 超電導体(Nb)の接合を作る場合、通常400℃の基板温度でイオンビーム蒸着によりNbを積層形成するが、この温度では、NaはSiとNbの両方に拡散されてしまい、Nb / Siの接合が形成され、低いバリアの半導体と超電導体との接合を形成することは出来ない。

## 【0016】

As shown in this diagram, a reduction of about 2eV work function is observed by 0.2M\*L.

Even when it laminates more than 0.5M\*L, much reduction is not observed.

From this, a barrier ( $\phi$ ) (B) which has negative value can be formed on the joining which laminated on the semiconductor for the low work-function metal of approximately 1M\*L. The joining of the semiconductor of a low barrier and a superconductor can be formed using this.

Namely, what is sufficient is just to form the superconductor layer 3 via the metal layer 2 of the low work function of an alkali metal, an alkaline earth metal, or a lanthanum metal on a semiconductor 1, as shown in Fig. 2.

## 【0017】

However, the metal of these low work function tends to become an ion. It is easy to diffuse in solid state generally.

For example, Nb is used as a superconductor.

As shown in Fig. 2, when making the joining of semiconductor (Si) / alkali-metal (Na) (1 M\*L) / superconductor (Nb), Nb is usually formed to lamination by ion-beam vapour deposition by the 400-degree C substrate temperature.

However, at this temperature, Na will be diffused in both Si and Nb. The joining of Nb/Si is formed. The joining of the semiconductor of a low barrier and a superconductor cannot be formed.

## 【0018】

そこで、この拡散を防ぐために、例えば、半導体 (Si) / アルカリ金属 (Na) (1 M · L) / 超電導体 (Nb) の接合を作る場合、Nb 形成時の基板温度を 0 °C ~ 150 °C の温度に限定し、 $1 \times 10^{-10}$  Torr の MBE 装置内で 1 Å / 秒の EB レートで 1000 秒形成することにより、バリアのない、即ち整流作用の小さい接合を得ることが出来た。

## [0018]

Consequently, in order to prevent this diffusion, when making the joining of semiconductor (Si) / alkali-metal (Na) (1 M\*L) / superconductor (Nb), the substrate temperature at the time of Nb formation is limited in temperature of 0 degree C - 150 degree C.

By forming for 1000 seconds at EB rate of 1 angstroms / second within MBE device of  $1 \times 10^{-10}$  Torr, there is no barrier, namely, the joining with small rectification was able to be obtained.

## 【0019】

上記低仕事関数の金属としては、Na 以外にアルカリ金属として K, Rb, Cs 又、アルカリ土類金属として Mg, Ca, Ba 更にランタン系金属として La, Pr, Nd, Sm を用いることが出来る。これら各金属を半導体上に 1 M · L 形成する条件を表 1 に示す。

## [0019]

As an above low work function metal, K, Rb, and Cs as an alkali metal in addition to Na, and as an alkaline earth metal, Mg, Ca, and Ba, Furthermore La, Pr, Nd, and Sm can be used as a lanthanum group metal.

The conditions which perform on a semiconductor the 1M\*L formation of each of these metal are shown in Table 1.

## 【0020】

## [0020]

【表 1】

[Table 1]

	アルカリ金属				アルカリ土類			ランタン系
K-cell (°C)	Na 720	K 780	Rb 820	Cs 830	Mg 700	Ca 730	Ba 800	La, Pr, Nd, Sm —
E-gan	—	—	—	—	—	—	—	0.1 A/S の強度で 30~60 秒形成

## 【0021】

又、これら低仕事関数金属の上に積層する金属系超電導体とその形成条件を表2に示す。

## [0021]

Moreover, the metal group superconductor laminated on these low work-function metal and its formation condition are shown in Table 2.

## 【0022】

## [0022]

## 【表2】

## [Table 2]

	Nb	Nb/Au	Pb	Pb/Au	Pb/Ag/Au
Egun (A/sec)	1	1/1	5	5/1	1/1/1
厚さ (Å)	1000	1000/300	1000	1000 /300~500	1000/300/300
sec		1000/300		200/300	1000/300/300
基板温度 (°C)	0~150	200~0 /0~100	0~100	200~0 /0~100	200~0/0~100 /0~100

## 【0023】

次に、この発明を酸化物超電体を用いた低エネルギー型超電導ベーストランジスタに適用した実施例につき図5を参照して説明する。

## [0023]

Next, the example which applied this invention to the low energy type superconductor base transistor using the oxides superconductors is explained with reference to Fig. 5.

## 【0024】

この実施例においては、酸化物超電導体としては、BKBOを用いた。先ずNbを0.05~0.5重量%ドーパしたSrTiO<sub>3</sub>単結晶基板5を用意する。

## [0024]

In this example, BKBO was used as an oxides superconductors.

SrTiO<sub>3</sub> single-crystal substrate 5 which doped first 0.05-0.5 weight% of Nb is prepared.

And, this SrTiO<sub>3</sub> single-crystal substrate 5 is cleaned using a trichloroethane, acetone, and

そして、この $\text{SrTiO}_3$ 単結晶基板5をトリクレン、アセトン、メタノールを使って洗浄する。洗浄はトリクレン中に超音波10分間、アセトン中に超音波10分間、メタノール中に超音波10分間漬けそれぞれ行う。その洗浄が終わった後、真空オーブン120℃中で10分間乾燥させた後、MBE装置の真空チャンバー内にセットする。このチャンバー内を $1 \times 10^{-10}$  Torrの超高真空に設定した後、 $\text{SrTiO}_3$ 単結晶基板5を720℃の温度による熱クリーニングを5分間施す。

#### [0025]

そして、基板温度を300℃に設定し、 $\text{SrTiO}_3$ 単結晶基板5上にアルカリ金属のK又はRbを1~10M・L形成して、アルカリ金属膜6を設ける。

#### [0026]

このアルカリ金属膜6の形成時に、Ba、Biのセルも加熱しておく。K又はRbのアルカリ金属膜6が所定の1~10M・L形成された後、Baのフラックス射出を始め、そして $\text{O}_2$ プラズマを導入する。その後全セルを開いてBKBO膜7をアルカリ金属膜6の上に1000Å積層形成する。

#### [0027]

BKBO膜7の形成後、乾燥大気にさらすことにより、BKBO膜3上に自然バリア8が形成される。この自然バリア4を絶縁膜として用いる。

methanol.

Cleaning is made by soaking 10 minutes of ultrasonic waves in a trichlene, and soaked 10 minutes of ultrasonic waves in acetone, and soaked 10 minutes of ultrasonic waves in methanol respectively.

After that cleaning finishes, after drying 10 minutes in 120 degree C of vacuum oven, it sets in the vacuum chamber of MBE device.

After setting the inside of this chamber as the ultra-high vacuum of  $1 \times 10^{-10}$  Torr, 5 minutes of heat cleanings according  $\text{SrTiO}_3$  single-crystal substrate 5 to the temperature of 720 degree C are given.

#### [0025]

And, a substrate temperature is set as 300 degree C.

The 1-10M\*L formation of K or Rb of an alkali metal is performed on  $\text{SrTiO}_3$  single-crystal substrate 5.

The alkali-metal film 6 is provided.

#### [0026]

The cell of Ba and Bi is also heated at the time of a formation of this alkali-metal film 6.

After the alkali-metal film 6 of K or Rb are formed with predetermined 1-10M\*L, the flux emission of Ba is begun and  $\text{O}_2$  plasma is introduced.

After that, all cells are opened and 1000 angstroms of the BKBO films 7 are formed lamination on the alkali-metal film 6.

#### [0027]

The natural barrier 8 is formed on the BKBO film 3 by exposing to dry air after a formation of the BKBO film 7.

This natural barrier 4 is used as an insulating film.

## 【0028】

次に、BKBO薄膜7が形成された基板5を電子ビーム蒸着装置の真空チャンバー内に入れ、Auからなる膜厚1000Åのエミッタ領域9を電子ビーム蒸着により自然バリア8上に形成して、ベース/コレクタのバリア( $\phi_B$ )がほとんどない接合が形成された低エネルギー型超電導ベーストランジスタを得ることが出来る。

## [0028]

Next, the substrate 5 on which the BKBO thin film 7 was formed is put in the vacuum chamber of an electron-beam vapour-deposition device. The emitter area 9 of 1000 angstroms film thickness which consist of Au is formed on the natural barrier 8 by electron-beam vapour deposition.

The low energy type superconductor base transistor on which the joining which almost does not have the barrier ( $\phi$ ) (B) of a base/collector was formed can be obtained.

## 【0029】

## 【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、半導体上の仕事関数を低くすることができるので、この上に超電導体との接合を形成するとバリア( $\phi_B$ )の高さを低くすることが可能となり、準粒子の透過率を向上させることができる。

## [0029]

## [EFFECT OF THE INVENTION]

As explained above, according to this invention, Because the work function on a semiconductor can be made low, if the joining with a superconductor is formed on this, it will be enabled to make height of a barrier ( $\phi$ ) (B) low.

The transmittance of a quasi particle can be improved.

## 【図面の簡単な説明】

## [BRIEF EXPLANATION OF DRAWINGS]

## 【図1】

この発明の一実施例を示す断面図である。

## [FIGURE 1]

It is the sectional view showing one example of this invention.

## 【図2】

この発明の一実施例を示す断面図である。

## [FIGURE 2]

It is the sectional view showing one example of this invention.

## 【図3】

図3(a)は半導体のエネルギーバンド図、図3(b)は超電導体のエネルギーバンド図、図3(c)は半導体/超電導体接合

## [FIGURE 3]

Fig. 3 (a) is an energy band diagram of a semiconductor. Fig. 3 (b) is an energy band diagram of a superconductor. Fig. 3 (c) is an energy band diagram of a semiconductor /

のエネルギーバンド図である。

superconductor joining.

**【図 4】**

Na 金属層との膜厚とシリコン上の仕事関数との関係を示す図である。

**[FIGURE 4]**

It is the diagram showing the relationship of the film thickness with Na metal layer and the work function on silicon.

**【図 5】**

この発明を酸化物超電体を用いた低エネルギー型超電導ベーストランジスタに適用した実施例を示す断面図である。

**[FIGURE 5]**

It is the sectional view showing the example which applied this invention to the low energy type superconductor base transistor using the oxides superconductors.

**【図 6】**

従来の低エネルギー型超電導ベーストランジスタを示す断面図である。

**[FIGURE 6]**

It is the sectional view showing the conventional low energy type superconductor base transistor.

**【符号の説明】**

- 1 半導体
- 2 低仕事関数の金属層 (Na)
- 3 超電導体層

**[EXPLANATION OF DRAWING]**

- 1 Semiconductor
- 2 Metal layer of low work function (Na)
- 3 Superconductor layer

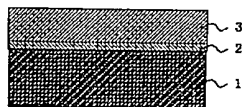
**【図 1】**

**[FIGURE 1]**



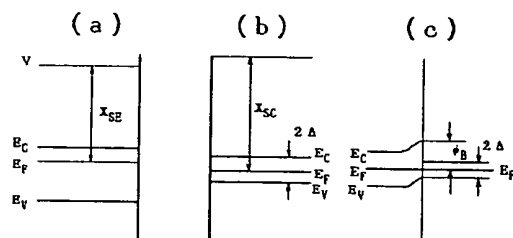
**【図 2】**

**[FIGURE 2]**



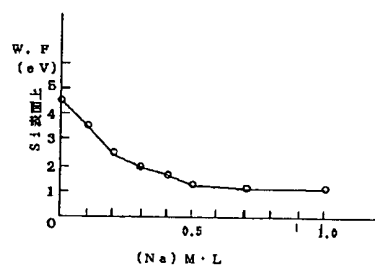
**【図 3】**

**[FIGURE 3]**



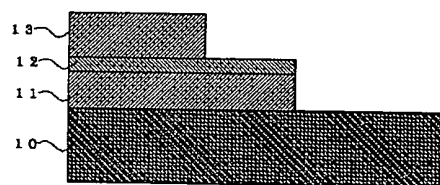
【図 4】

[FIGURE 4]



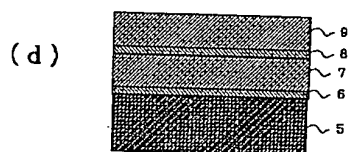
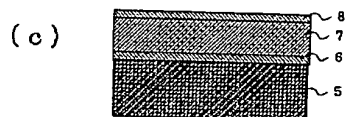
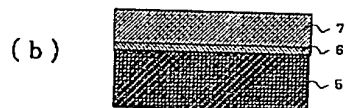
【図 6】

[FIGURE 6]



【図 5】

[FIGURE 5]





## **DERWENT TERMS AND CONDITIONS**

*Derwent shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Derwent translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.*

Derwent Information Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our home page:

[WWW.DERWENT.CO.UK](http://WWW.DERWENT.CO.UK) (English)  
[WWW.DERWENT.CO.JP](http://WWW.DERWENT.CO.JP) (Japanese)